

MEJORA DEL PROCESO EN EL CONTROL DE LA CALIDAD PARA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN EN LAS EDIFICACIONES

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz¹, MSc. Ing. Juan José Cruz Alvarez²

*1. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca Km.3 ½,
Matanzas, Cuba.*

*2. Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería, San Vicente y
final, Matanzas, Cuba*

Resumen.

En la actualidad las edificaciones presentan afectaciones en sus diferentes elementos arquitectónicos y/o estructurales originados por las filtraciones y humedades, su mayor incidencia está determinada por el diseño de los diferentes sistemas de impermeabilización. Hoy en día todas las empresas constructoras requieren de la implementación de procedimientos en cuanto al control de la calidad de los diseños de impermeabilización, con el fin de satisfacer todos los requerimientos que garanticen la funcionalidad y durabilidad de las edificaciones en su conjunto. No distante de la realidad se encuentra la Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas (EMPAI), la cual solicitó a la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, el estudio y análisis del proceso de diseño de Arquitectura empleado en la misma con el objetivo de independizar el control del diseño de los sistemas de impermeabilización del estatus en que se encuentra. Para ello se aplicaron métodos del nivel empírico y matemáticos estadísticos, una entrevista individual a especialistas relacionados con la actividad. Se utilizaron también la observación, encuesta, así como el análisis de las investigaciones previas. Por lo que la presente investigación tiene como objetivo elaborar una propuesta metodológica de un flujograma específico, el cual permita obtener un mayor nivel de control en el proceso de diseño de los sistemas en cuestión. La propuesta abarca todos los programas de construcción de viviendas, así como obras sociales e industriales, las cuales han sufrido afectaciones considerables durante los últimos años. Debe destacarse que un buen sistema de gestión de la calidad debe tener en cuenta la planificación, control y mejora continua de la misma.

***Palabras claves:** Sistemas, Impermeabilización, Proceso, Mejora continua, Flujograma*

Introducción.

La situación que comenzaron a presentar las edificaciones de todo tipo, debido a las filtraciones en sus diferentes elementos, a finales de la década de los años 90, fue de tal envergadura que conllevó a realizarse en el año 2001 un análisis profundo por parte de las máximas instancias del país; donde participaron entre otros, el Instituto de la Vivienda, Ministerio de Industrias, etc. con expertos del Ministerio de la Construcción. (Cruz, 2010).

Las principales afectaciones se mostraban en las cubiertas existentes, las cuales eran de diferentes tipos y con distintos sistemas de revestimientos, además de filtraciones en zonas húmedas (cocinas, baños) que presentaron serios problemas de humedad en muros por ascensión del agua por el fenómeno de la capilaridad.

Respecto a las viviendas, existían algunas con más de 100 años de construidas hasta las de más reciente construcción que tienen diferentes variantes de solución, desde cubiertas ligeras de zinc o de asbesto-cemento hasta de hormigón armado. Las soluciones en edificios multifamiliares eran las más afectadas, ya que al ser con tecnología prefabricada y con más de 20 años de construidas, el sistema de impermeabilización ya estaba deteriorado y la colocación de elementos para lo cual no estaban diseñadas acrecentaba más la situación de filtraciones.

Es entonces, que al Ministerio de la Construcción (MICONS), partiendo de los planteamientos que emergieron de los especialistas en los análisis realizados, se le asigna tomar acciones

inmediatas para dar solución a las situaciones existentes. Estas acciones preliminares, estaban involucrados las entidades siguientes:

- ✓ De Diseño
- ✓ De construcción
- ✓ Sumistradores

Por lo que a nivel nacional se crearon dos Comités de Expertos. El primero de ellos fue designado como Comité de Impermeabilización, el cual es el responsable principal para analizar las cubiertas y zonas húmedas. El otro, para estudiar el fenómeno de la capilaridad en las construcciones. El trabajo de ambos comités de expertos se realizaba conjuntamente con la Dirección de Normalización, Dirección de Investigación y Desarrollo y la Dirección de Proyectos. De los primeros recorridos por todo el país, se determinó conformar la misma estructura a nivel de provincias.

Desarrollo

Aspectos detectados.

Durante el segundo semestre del año 2001, se revisaron el 30 % de los proyectos que tenían diseño de impermeabilización, se realizaron encuestas a los proyectistas, profesionales y obreros que realizaban la actividad de impermeabilización e inspección de cubiertas en proceso de ejecución o ejecutadas. El resultado de las encuestas se acercó a los resultados obtenidos por un estudio realizado por el Dr. Arq. Fernando Sánchez, en su libro Impermeabilización de Cubiertas, arrojando los siguientes resultados que se reflejan en la tabla 1.1.

*Tabla 1.1: Influencia de las diferentes etapas en la aparición de patologías en las cubiertas.
Fuente: (Cruz, 2010).*

Etapas	Valores (%)
Defectación en la etapa de diseño	38%
Defectación en la etapa de ejecución	42%
Defectación en la etapa de explotación	20%

A partir de los datos que aparecen en la tabla anterior se procedió a realizar una revisión de la mayoría de los informes Inspección- Defectación en la edificaciones realizados por profesionales de la empresa objeto de estudio.

A continuación se mencionan los defectos que más se presentaban:

Diseño:

- ✓ Omisión de acotado a eje en la planta de la cubierta total o parcialmente.

- ✓ No señalamiento del sentido de la pendiente y su valor.
- ✓ Niveles no referidos a la superficie de la cubierta.
- ✓ Falta de elementos en algunos detalles constructivos o detalles completos.
- ✓ En algunas ocasiones sobre todo en proyectos de rehabilitación se entregan planos sin la revisión por la DGC.
- ✓ Plasmar códigos de NC, que han sido sustituidas por otras más recientes.
- ✓ No especificar en el sistema de impermeabilización el número de capas a utilizar.

Ejecución:

- ✓ Violación de la secuencia constructiva de la impermeabilización.
- ✓ Violación de la solución dada en el diseño.
- ✓ No ejecución correcta de la monta entre las mantas asfálticas.
- ✓ No uniformidad en los remates de la manta en el espejo del alero.
- ✓ Ejecutar los trabajos por personal no adiestrado previamente.
- ✓ Deficiencias en las zonas húmedas por no impermeabilizar correctamente y no establecer correctamente las pendientes y las pruebas hidráulicas.

Explotación:

- ✓ Uso indebido de la cubierta.
- ✓ Colocación de sobrecargas.
- ✓ Falta de mantenimiento.

Análisis de las acciones y medidas tomadas.

Partiendo de todas las medidas orientadas, se considera necesario realizar un análisis de las mismas, con vistas a tomarlas como referencias, las cuales sirvieron de punto de partida para designar un especialista que atendiera la actividad de impermeabilización a nivel de entidad empresarial. Se analizaron los siguientes indicadores:

- ✓ Capacitación del personal.
- ✓ Documentación Técnica Normalizativa.
- ✓ Control del diseño.

- ✓ Visitas de Control de la Ejecución de trabajos de Impermeabilización en las obras.
- ✓ Diagnósticos especiales sobre filtraciones.

Acciones y medidas.

De los resultados obtenidos en los aspectos a detectados se tomaron varias acciones y medidas, las cuales fueron:

- ✓ Plasmar en todos los proyectos la documentación gráfica y escrita para el sistema de impermeabilización seleccionado, incluyendo las áreas húmedas de baño, zonas de fregado y otras que estaban expuestas a este régimen, de forma tal que se garantizara la calidad de la solución propuesta, teniendo en cuenta los aspectos de mantenimiento establecidos por el fabricante y por recomendación del proyectista.
- ✓ En las soluciones de cimentación tener en cuenta todos los requisitos que se plantean en la RC 9003:2000 “Protección de las edificaciones contra la humedad y el agua contenida en el suelo. Requisitos técnicos generales” y elaborar toda la documentación gráfica y escrita que corresponda a evitar el fenómeno de la capilaridad.
- ✓ Establecer en el ejercicio del Control de Autor que el alcance del mismo fiscalice los trabajos de impermeabilización en todas sus etapas.
- ✓ En la documentación gráfica y escrita, plasmar las Normas Cubanas (NC), Regulaciones de la Construcción (RC) establecidas que se utilizaron en la solución del sistema de impermeabilización dado.
- ✓ Incluir en los Planes de Calidad y en los Procedimientos de Control del Diseño de forma clara y precisa lo que debe revisarse y elaborarse según la RC 9006:2001 “Alcance y contenido de la documentación de proyectos en la impermeabilización de cubiertas”, para garantizar en cada etapa la elaboración de la documentación tanto gráfica como escrita que se requiere en este sentido.
- ✓ La actualización sobre la temática de impermeabilización debe partir principalmente de la autopreparación de cada proyectista.
- ✓ Abrir una carpeta en el servidor con toda la documentación que se obtenga en soporte electrónico o por otras vías, así como su relación.
- ✓ Impartición del seminario “**Impermeabilización de cubiertas. Importancia del diseño y aspectos fundamentales del mismo a tener en cuenta**”. Febrero y marzo del 2002, 2003, 2005, 2007, 2008.

Expositores: Arq. Manuel Soto. CTN N° 7

Dra. Ing. María L. Rivada. ISPJAE.

MSc. Ing. Juan José Cruz Alvarez. EMPAI.

Ing. Luis Berrío Corzo. EMPAI.

- ✓ Implantación del “Programa Informático de ayuda para la Impermeabilización”. Asfaltos Chova. S.A.
- ✓ Detalles de Impermeabilización de los Sistemas de Impermeabilización según Documentación Normativa en soporte magnético.
- ✓ Coordinar con los representantes de diferentes firmas acreditadas en nuestro país conferencias sobre sus productos con el objetivo de obtener toda la información técnica de los mismos.

Muchas de estas acciones aún no se cumplen cabalmente, de ahí el por qué de la revisión que se está realizando al procedimiento de diseño dentro de la especialidad de Arquitectura, para elevar la eficacia del mismo. Por ejemplo:

- ✓ Ejercicio del Control de Autor.
- ✓ Se evaden algunos de los controles técnicos a realizar dentro del proceso.
- ✓ Pobre argumentación en la documentación escrita del proyecto.

Descripción del proceso de diseño.

El flujograma de funcionamiento se puede apreciar en el Anexo I; en el cual se definen las diferentes interfaces organizativas y técnicas (ver figura 1.1), además se muestra el esquema en ejecución de las actividades referentes al Control del Diseño. Este flujo está compuesto de tres etapas: preproducción, producción y postproducción. El proceso de la especialidad Arquitectura es la base de todas las demás especialidades que intervienen en un proyecto de diseño de arquitectura e ingeniería (ver figura 1.2).

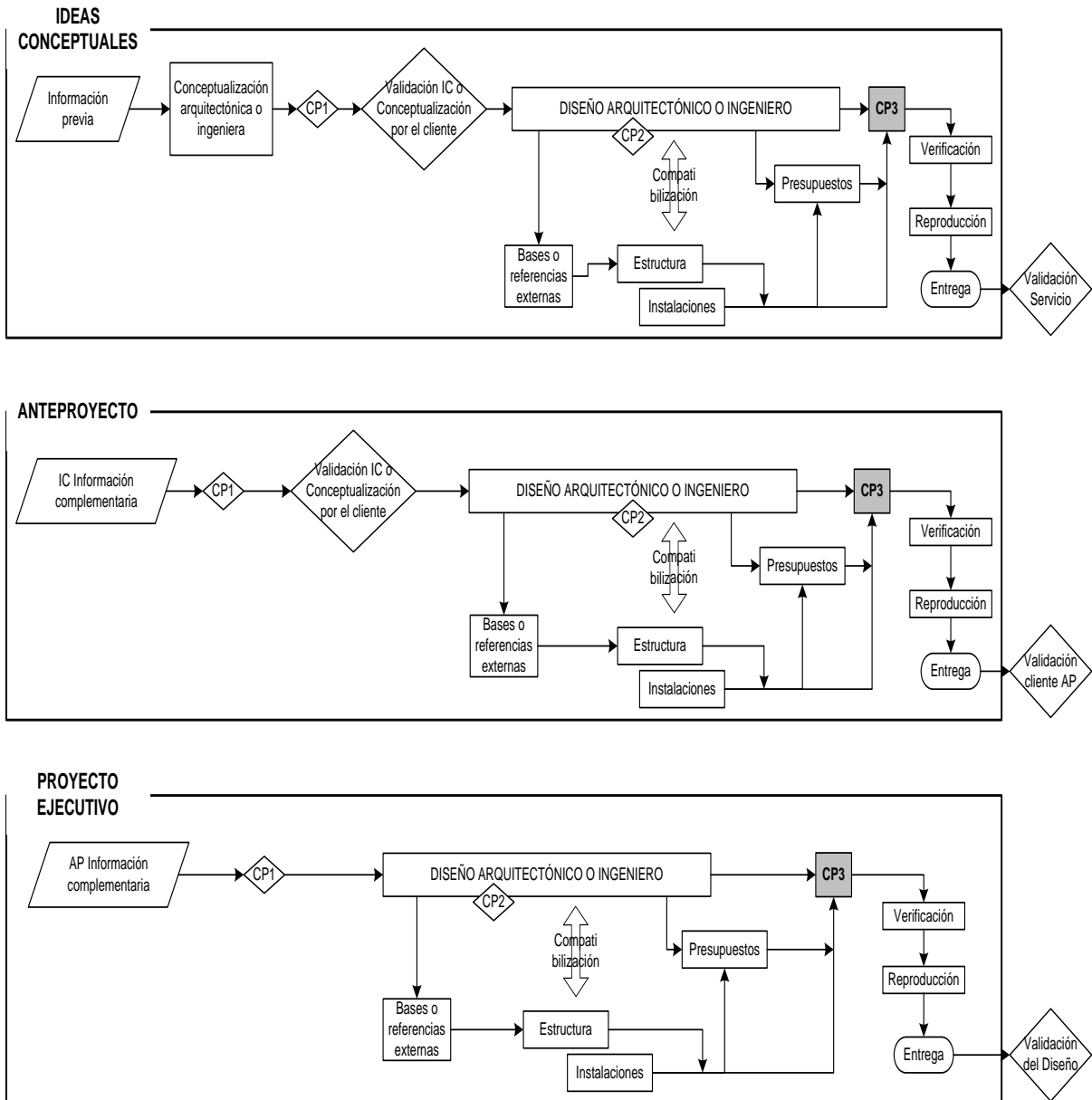


Figura 1.1 Etapas del proceso de Diseño.

Fuente: FCMS 02-02:07 "Diseño".

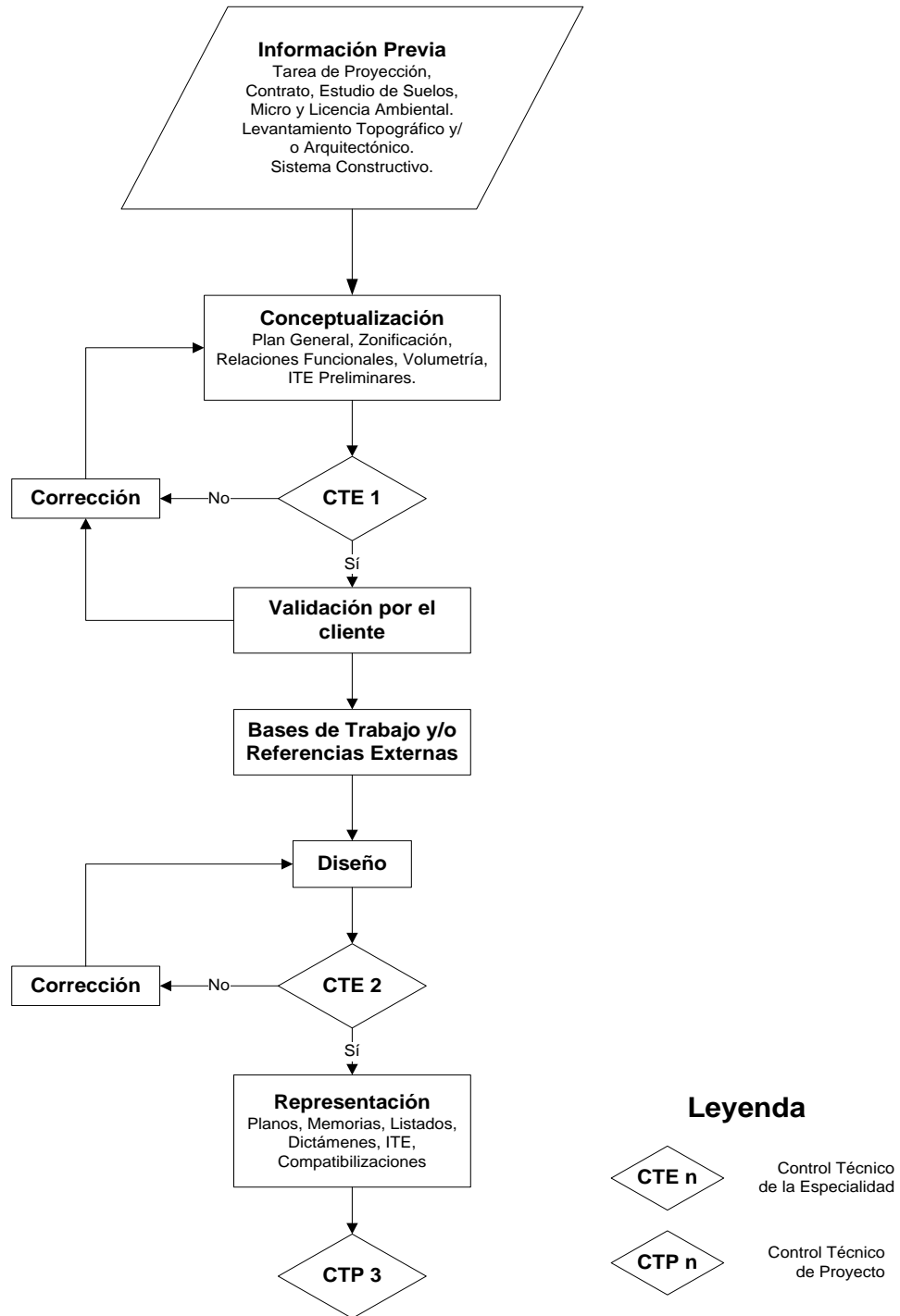


Figura 1.2 Proceso de la especialidad de Arquitectura.

Fuente: FCMS 02-02:07 "Diseño".

Para asegurar la calidad de los servicios de diseño se realizarán controles técnicos en todas las etapas, considerando en todo momento la utilización de criterios bien definidos; así como determinando el nivel de responsabilidad de cada uno de los que intervienen en el proceso, teniendo como fin fundamental que el producto o servicio resultante esté sin errores.

El Cronograma y el Plan de la calidad se realizan en el mismo documento debido a que contemplan informaciones similares. En el cronograma se tiene en cuenta: la fecha de inicio y de terminación del diseño, los recursos necesarios (personal, insumos y equipos) para la ejecución del mismo y el responsable de cada actividad/etapa. El Plan de la calidad incluye: Controles técnicos, verificación y validación. Los controles técnicos pueden ser: por especialidad y por proyecto; y pueden existir tantos como sea de complejo un proyecto. La verificación es la última revisión que se le realiza al diseño, antes de la entrega al cliente. La validación se planifica de seis meses a un año luego de concluida la obra.

En las etapas definidas en el plan de calidad o cronograma y de forma sistemática se realizan revisiones del diseño para determinar si se han alcanzado los objetivos previstos. Las mismas son ejecutadas por personal calificado de todas las funciones involucradas y se desarrollaran en las diferentes etapas (Ideas conceptuales (IC), Anteproyecto (AP), Proyecto ejecutivo (PE)) y deben:

- ✓ Comprobar si los resultados que se van obteniendo satisfacen los requisitos previstos en los elementos de entrada del diseño.
- ✓ Confirmar que se cumple con los criterios que fueron definidos en el plan de la calidad.
- ✓ Asegurar la incorporación del conocimiento y de las mejores prácticas de la organización en el diseño.
- ✓ Comprobar que se han cumplido con las características especiales relacionadas con el uso, medioambiente, dimensiones, relación de espacios, funcionales, servicios, temperatura, seguridad, salud, acabado, durabilidad.
- ✓ Confirmar que el diseño sigue los procedimientos establecidos por la organización.
- ✓ Asegurar que se han cumplido los requisitos técnicos-normalizativos y legales.
- ✓ Confirmar que se han tenido en cuenta lo relacionado con la salud, la seguridad, la prevención contra incendio y el impacto contra el medio ambiente.
- ✓ Comprobar que se han tenido en cuenta lo relacionado con la durabilidad mantenimiento y fiabilidad.
- ✓ Confirmar que se han propuesto productos y sistemas constructivos avalados en el país.
- ✓ Confirmar que se han realizado los cálculos con los software validados.
- ✓ Confirmar que los planos están por las normas establecidas.
- ✓ Identificar cualquier no conformidad y darle tratamiento.

Valoración crítica del proceso antes expuesto.

Después de estudiar y analizar el proceso de la especialidad de Arquitectura empleado en la EMPAI, la autora considera que es necesario realizar una mejora del mismo, debido a que no presenta los controles técnicos necesarios para tener un resultado óptimo en la actividad de impermeabilización, puesto que la arquitectura es muy amplia en su campo de acción y de esta manera se logra una mayor eficacia del proceso.

Diseño del cuestionario.

Para la elaboración de la encuesta, la autora tuvo en cuenta elaborar una serie de preguntas con el propósito de recoger información sobre el conocimiento para el diseño de los diferentes sistemas de impermeabilización de mayor uso y profusión en el país. Este tipo de preguntas, atendiendo a la forma de las respuestas, se clasifican en cerradas. En la determinación del método del muestreo se utilizaron muestras no probabilísticas (en las que no se conoce la probabilidad de cada individuo de ser incluido en la muestra), eligiendo el muestreo intencional, el cual se basa en la selección de casos típicos de una población, a criterio de un experto.

Determinación del tamaño de la muestra.

El cálculo del número mínimo de sujetos que debe formar parte de una muestra exhaustiva al azar, se realiza como sigue:

Según el cálculo del tamaño de muestra en poblaciones finitas ($N \leq 100\ 000$) se efectúa de la siguiente manera:

$$n = \frac{S^2 pqN}{e^2(N - 1) + S^2 pq}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra,

p: Parámetro de la distribución binomial (probabilidad de la ocurrencia),

q: Parámetro de la distribución binomial (probabilidad de la no ocurrencia),

e: Error,

N: Población,

S: Probabilidad para la cual se cumple el nivel de confianza, que sigue una distribución normal.

Designando los valores siguientes:

$p=0.5$ { Porque cuando no tenemos los datos de los aciertos y desaciertos se asume iguales para los dos aspectos.
 $q=0.5$ }

$e=0.05$ { Porque el grado de confianza es de 95 % siguiendo la ley normal (ley de Laplace-Gauss).

$N=30$ → A criterio de un experto.

$S=95\%$ { Probabilidad de que el intervalo construido en torno a un estadístico capte el verdadero valor del parámetro. Su representación gráfica es similar a una campana y bajo su superficie están comprendidos todos los individuos

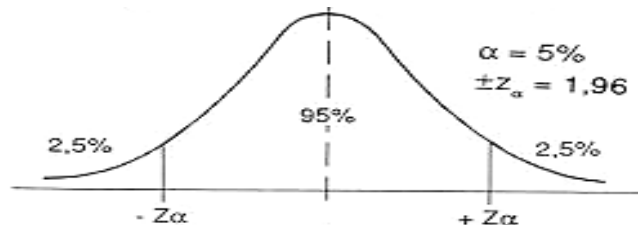


Figura 1.3 Curva de distribución de Laplace-Gauss.

Fuente: Tomado de la NTP 283: Encuesta: metodología para su utilización (Oncins De Frutos, 2008).

Desarrollando el cálculo:

$$n = \frac{(0.95)^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 30}{(0.05)^2 \times (30 - 1) + (0.95)^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = 23$$

Aplicación del cuestionario.

Teniendo en cuenta el valor de la muestra se procede a aplicar la encuesta (ver Anexo II) donde los encuestados respondieron a las diferentes cuestiones según las características específicas en su radio de acción o experiencias acumuladas a lo largo de su carrera. Esta búsqueda fue realizada en distintas empresas de diseño acorde a los parámetros técnicos deseados, en el cual los especialistas investigados mantuvieron una buena actitud y colaboración efectuando el razonamiento con profesionalidad.

Después de obtener la exploración requerida se plasman en forma de tabla (Anexo III), asignándole a cada experto en la actividad un número para facilitar la muestra de los resultados.

Análisis de los resultados de la encuesta aplicada.

Generalmente tenemos la costumbre de que cuando existen problemas en una edificación, esto no excluye la impermeabilización, lo atribuimos; a la calidad del producto o a una mala ejecución, y no a problemas de diseño, producido por la aplicación de conceptos arquitectónicos y tecnológicos erróneos, o tomados de otras condiciones climáticas ajenas a las nuestras.

La autora es de la opinión de que toda actividad constructiva hay que verla íntegramente desde su concepción hasta la explotación, y por ser el diseño de la misma, la primera etapa de su desarrollo, es la más importante.

Es primordial definir las acciones a desarrollar por los diferentes entes comprometidos con el resultado final; con la finalidad de evitar improvisaciones durante la etapa de ejecución, con el consiguiente perjuicio técnico-económico para la misma.

Para corroborar lo expresado, exponemos resultados, del estudio estadístico realizado, donde se demuestra que las dificultades en la impermeabilización surgen fundamentalmente por problemas de diseño, los gráficos se muestran a continuación, así como su interpretación:

Tabla 1.2 Escala de valores y evaluación.

Fuente: Elaboración propia.

Valores (%)	Evaluación
Mayor que 90	MB
Entre 80 y 90	B
Entre 70 y 79	R
Menor que 70	M

Analizando el resultado de las muestras obtenidas a partir de la encuesta realizada, se puede inferir lo siguiente:

Como aspecto positivo de las 5 preguntas consideradas 4 obtuvieron más del 90 %, evaluada de muy bien (MB), excepto la pregunta 8, que alcanzó solamente un 76 % por lo que se evaluó de regular.

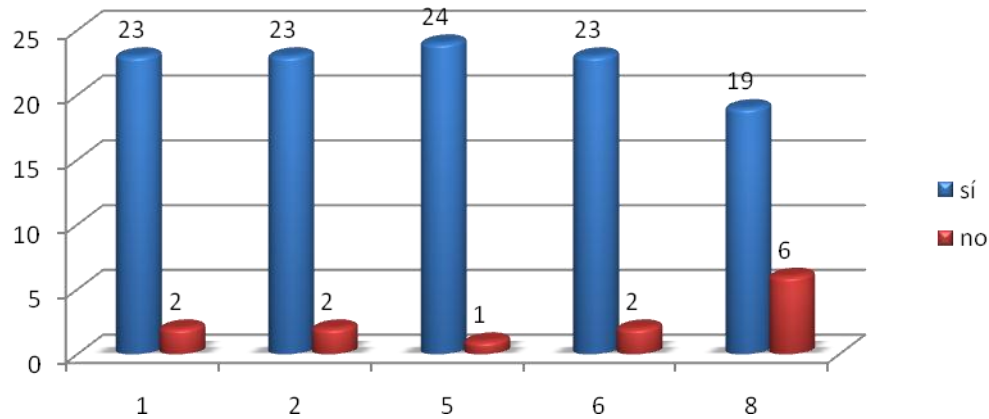


Figura 1.4 Procesamiento de las preguntas 1, 2, 5, 6 y 8.

Fuente: Elaboración propia.

Leyenda:

1. ¿Conoces la Documentación Técnica Normalizativa (DTN) sobre impermeabilización de edificaciones?
2. ¿Utilizas la DTN según las soluciones de cubiertas e impermeabilización seleccionadas para el diseño?
5. ¿Tienes en cuenta en las áreas húmedas y soterradas las soluciones de impermeabilización recomendadas en la DTN?
6. ¿Contemplas en las soluciones de diseño la agresividad del medio?
8. ¿Te has superado mediante cursos de postgrado sobre esta temática?

En la pregunta 1, sobre el conocimiento de la Documentación Técnica Normalizativa (DTN), se arrojó que el 92 % del total de 25 encuestados conocen las Normas Cubanas y Regulaciones de la Construcción vigentes y el 8 % la desconocen.

En la pregunta 2, sobre la utilización de la DTN según las soluciones de cubiertas e impermeabilización seleccionadas para el diseño, se obtuvo el 92 % del total de 25 encuestados aplican la DTN y el 8 % no la emplean.

Respecto a la pregunta 5 se obtuvieron resultados superiores a las preguntas 1 y 2, ya que el porcentaje de respuestas positivas fue del 96 %.

Comparando ambos resultados podemos concluir que ocurran dos situaciones:

- ✓ La primera que existan los DTN en las empresas y que no sean consultados por los proyectistas debido a falta de exigencias en el proceso del control de la calidad.

- ✓ La segunda que las entidades no posean esta documentación debidamente actualizada.

Referente a la pregunta 6, se alcanzó un 92 %, lo cual es un resultado tangible que se puede considerar aceptable se debe trabajar respecto al mismo, ya que tiene una importancia muy marcada tener en cuenta lo referido a los aspectos del entorno, puesto que los mismos influyen en la durabilidad de las obras.

A partir de lo citado anteriormente se establecieron una serie de medidas entre las cuales se priorizó la capacitación, impartándose seminarios por todo el país en las empresas de diseño y constructoras, siendo en estas últimas de carácter obligatorio que el personal responsable de la ejecución de la impermeabilización en las edificaciones esté certificado para realizar dicha actividad. Esto conllevó que también se hiciera extensivo a los proyectistas, donde se corroboró mediante las visitas realizadas por la autora y el resultado de la encuesta que un 76 % requieren la necesidad de superación y el 24 % restante, se capaciten para estar homologados y puedan asumir de manera más eficaz la actividad de diseño.

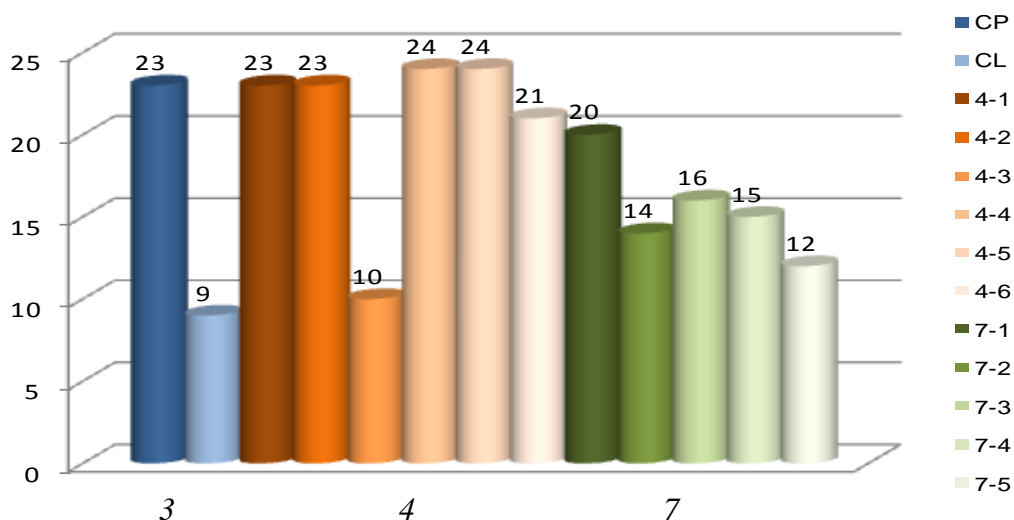


Figura 1.5 Procesamiento de las preguntas 3, 4 y 7.

Fuente: Elaboración propia.

Leyenda:

3. Marque con una (X) las soluciones de cubiertas recomendadas en la NC 55:2006.
4. Marque con una (X) las técnicas de impermeabilización existentes en el país y que conozcas.
7. Marque con una (X) de acuerdo a las condicionantes que se plantean.

De acuerdo a los resultados del gráfico anterior se infiere que la pregunta 3 muestra que las cubiertas pesadas es de mayor conocimiento que las ligeras, argumentándose que esto es debido a que las mismas hasta el momento no se impermeabilizan; no obstante se está introduciendo en el país cubiertas ligeras, sobre todo metálicas que traen adosado una capa de característica

impermeable, de forma tal que garantiza mayor impermeabilidad y protección térmica a los usuarios. Últimamente se ha observado en cubiertas de fibro-cemento que se le coloca una capa de mortero, mejorando su prestancia como barrera antitérmica. Por lo tanto de forma general se puede evaluar por el porcentaje obtenido de 92 % como muy bien (MB).

En cuanto a la pregunta 4 el aspecto sistema con fieltro saturado, inorgánico y colocado con asfalto catalítico, el cual no se está utilizando, ya que fue sustituido por láminas asfálticas modificadas con polímeros o de oxiasfalto, lo mismo ocurre con el sistema de tejas francesas; obteniéndose el 40 y 84 %, evaluándose de mal (M) y bien (B) respectivamente, excepto estos dos sistemas el resto aportó el 92 y 96 % evaluándose de muy bien (MB).

Al desglosar los aspectos a tener en cuenta ante la agresividad del medio, en la pregunta 8 que concierne a los elementos correspondientes, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 1.3 Desglose de aspectos de la pregunta 8.

Fuente: Elaboración propia.

Elementos	Valores (%)	Evaluación
Ubicación de la Obra.	80	B
Velocidad y Dirección de los vientos.	56	M
Temperaturas	64	M
Humedad Relativa.	60	M
Ocurrencia de huracanes.	48	M

Los resultados insertados en la tabla 1.3 demuestran que no se consideran la totalidad de los aspectos, cuestión esta que se debe mejorar de inmediato.

Propuesta del flujograma.

Partiendo de los resultados de la encuesta aplicada, consultas a expertos elegidos de forma aleatoria, la autora propone adicionar tomando como base el proceso existente en la especialidad de Arquitectura aspectos específicos que permitan obtener un flujograma para la actividad de impermeabilización, por la incidencia que tiene la misma, tanto en el diseño como en la ejecución de sistemas de impermeabilización para edificaciones; el cual mostramos a continuación.

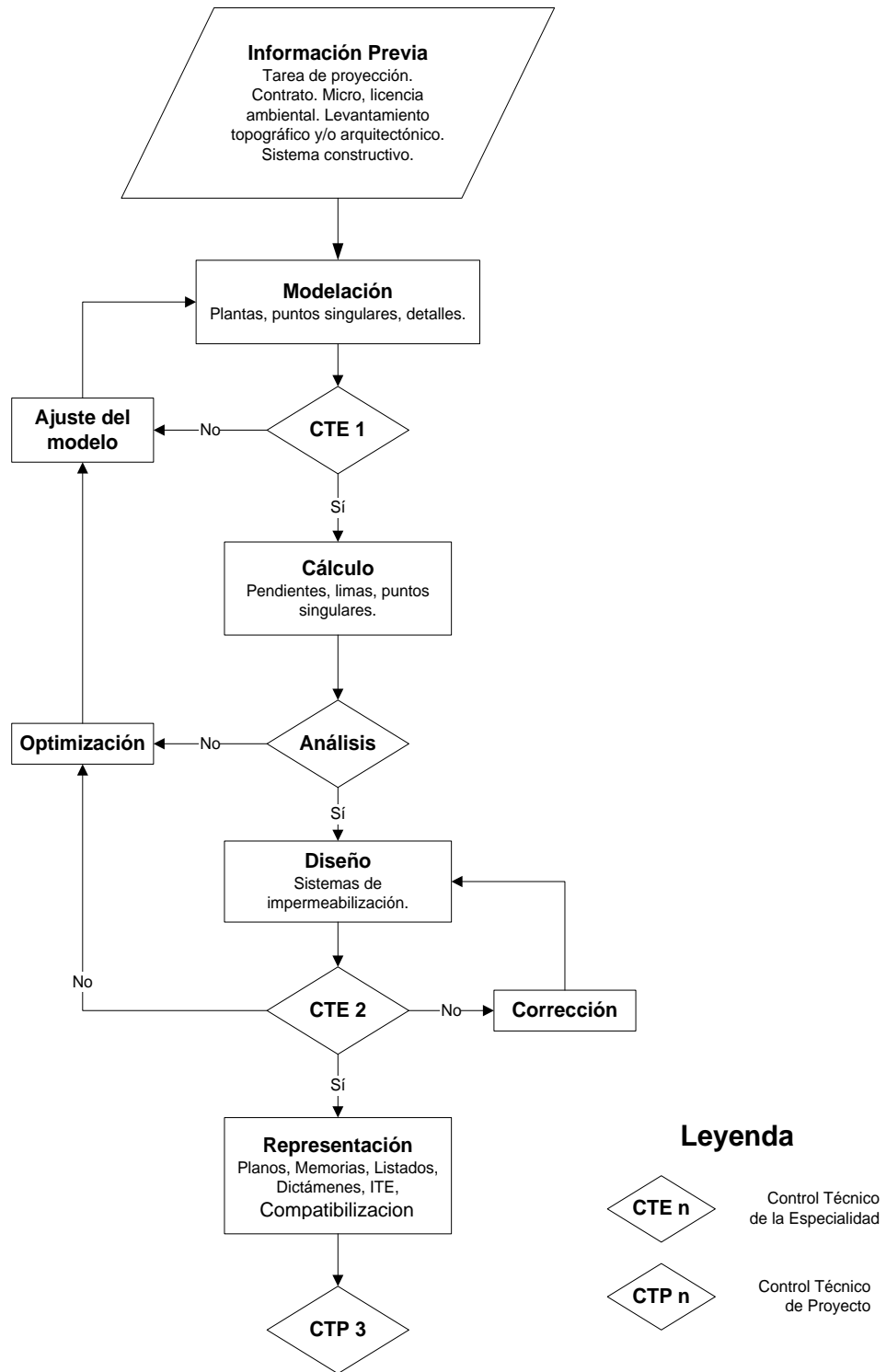


Figura 1.6 Proceso de diseño de impermeabilización.

Fuente: Elaboración propia.

Descripción del proceso.

Este proceso de impermeabilización presenta las siguientes fases:

1. Información previa.
2. Modelación.
3. Control técnico de la especialidad 1 (CTE 1).
4. Cálculo.
5. Análisis.
6. Diseño.
7. Control técnico de la especialidad 2 (CTE 2).
8. Representación.
9. Control técnico de proyecto 3 (CTP 3).

En el plan de diseño o cronograma y de forma sistemática se realizan revisiones del diseño en las diferentes etapas, para comprobar si se han alcanzado los objetivos previstos. Las revisiones que se realizan durante el proceso son: el control técnico de la especialidad y el control técnico de proyecto, al realizar los mismos se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Si los resultados comprobados satisfacen los requisitos previstos en los elementos de entrada del diseño.
- ✓ Corroborar que se cumple con los criterios que fueron definidos en la reunión de inicio.
- ✓ La incorporación de nuevos conocimientos y de mejores prácticas en la organización del diseño.
- ✓ Probar que se han cumplido con las características especiales relacionadas con el uso, medioambiente, dimensiones, funcionales, servicios, temperatura, seguridad, acabado y durabilidad.
- ✓ Confirmar que el diseño sigue los procedimientos establecidos por la organización.
- ✓ Asegurar que se han cumplido los requisitos técnicos- normalizativos y legales.
- ✓ Identificar cualquier no conformidad y darle tratamiento.

Información previa.

Se realiza una descripción clara que contenga componentes de entrada capaces para diseñar y como mínimo contendrán: tarea de proyección o programa que cubra las intenciones técnicas y de gestión, contrato, microlocalización, licencia ambiental levantamiento topográfico y arquitectónico y sistema constructivo.

✓ **Tarea de proyección:**

La tarea de proyección tiene como objetivo ser la vía para traducir las necesidades de la inversión a requerimientos de diseño, por lo que quedará conciliada las ideas del inversionista con el proyectista, que será el encargado de traducir estas ideas a una solución técnica de diseño, que sirva de base a la ejecución; siendo importante la participación del constructor y del suministrador.

Esta es elaborada por el inversionista o personal designado por este, que en caso de no tenerlo, puede contratarlo a la entidad de diseño. La misma parte de la propuesta y tarea de inversión.

✓ **Contrato:**

Documento legal donde ambas partes cliente y proyectista plasman las obligaciones de los mismos, consignándose la cantidad de días que dura el proyecto, así como el precio de la documentación técnica a entregar. También deben aparecer las normas y regulaciones técnicas fundamentales que se van a utilizar y el sistema de pago. Firman las partes comprometidas.

✓ **Microlocalización:**

Documento que entrega Planificación física a su nivel correspondiente, municipal o provincial donde se establecen todas las regulaciones y requerimientos necesarios. Lo solicita el inversionista y apoya el Director de Proyecto.

✓ **Licencia ambiental:**

De ser necesario se solicita al CITMA haciendo contar que no existe ninguna afectación al medio ambiente o en caso contrario se establecen las regulaciones pertinentes.

✓ **Levantamiento topográfico:**

Consta con la ubicación de la obra y todas las características del terreno como relieve, vegetación, pendiente, etc.

✓ **Levantamiento arquitectónico:**

Contempla la solución dada por la especialidad de Arquitectura en cuanto al nivel de piso terminado (NTP), pendiente de la cubierta y todos los elementos que constituyan puntos singulares de la misma. Esto es en el caso de cubiertas existentes que conlleven reparación.

✓ **Sistema constructivo:**

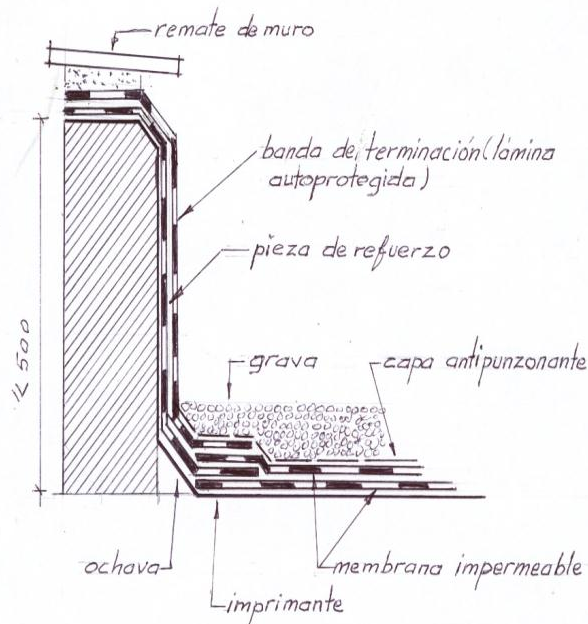
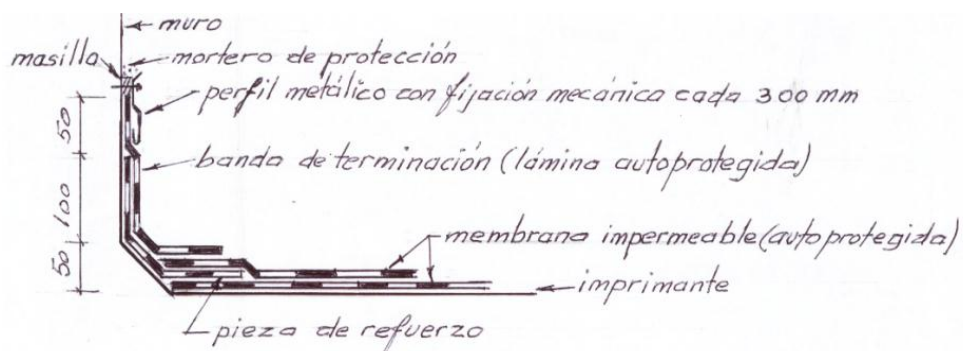
Este contempla la solución constructiva de la cubierta, ya que la misma puede ser losa de hormigón "in situ" o prefabricada, viga-losa u otros, así como en las zonas de áreas húmedas y cimentación. De acuerdo a lo anterior se escoge el tipo de sistema de impermeabilización a emplear buscando siempre la mejor solución técnica y económica.

Modelación.

Basándose en los DTN se establece teniendo en cuenta también la solución arquitectónica de la cubierta todo lo referente a las pendientes, limas hoyas y limas tesas, puntos singulares, sistema de drenaje de la cubierta, el cual puede ser por caída libre, gárgola, forzado mediante tragantes y bajantes pluviales. Esto también se tendrá en cuenta para los muros y áreas húmedas y estructura para el caso de la cimentación. A partir de la realización del modelo de la planta se analizan los puntos singulares y los detalles.

Puntos singulares:

Todo accidente en la superficie de la cubierta, como: tragantes pluviales, muros verticales, bases de equipos, instalaciones pasantes, juntas de dilatación.



BICAPA

Figura 1.7 Detalles de los puntos singulares.

Fuente: NC 55:2006.

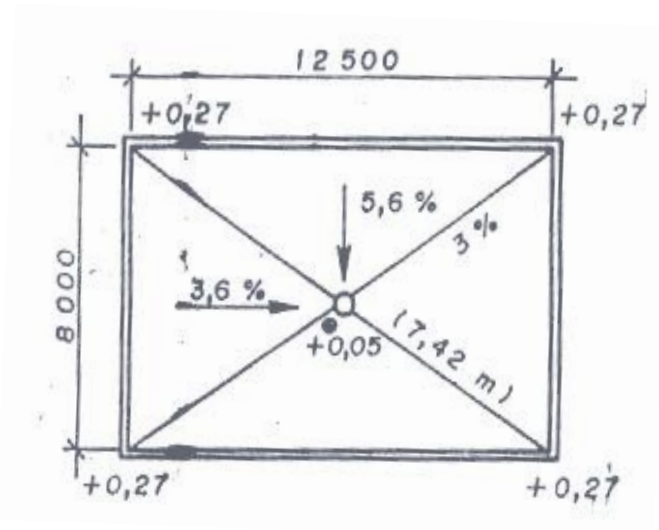


Figura 1.8 Detalle de planta con tragante centrado.

Fuente: Seminario de impermeabilización (Cruz, 2011).

Control técnico por especialidad (CTE 1).

Se revisa la conceptualización del diseño enfocada a la comprobación de los aspectos referidos en el epígrafe 3.4. El Especialista Principal es el encargado de revisar lo plasmado en el modelo, en el cual puede orientarse algún cambio por lo que se pasaría al ajuste del modelo.

Ajuste de modelo.

En este se revisan los cambios según lo señalado en el CTE 1, que pueden implicar aspectos que no cumplieron con lo indicado en la tarea de proyección, omisión de algunas de las regulaciones dadas en los dictámenes de los organismos consultores y orientaciones para mejorar la solución del diseño.

Cálculo de las pendientes, limas y puntos singulares.

✓ Pendiente:

Relación entre nivel máximo de la cubierta menos el nivel mínimo dividido por la distancia de la cubierta elegida al efecto, depende del sistema de impermeabilización a emplear y se expresa en por ciento.

✓ Lima hoyo:

Intersección de dos vertientes en entrante, hacia donde las aguas escurren.

✓ Lima tesa:

Intersección de dos vertientes en saliente, desde donde las aguas escurren.

Análisis de los resultados.

Se analiza la compatibilización de la solución dada con las especialidades, aplicación correcta de la DTN y todos los resultados que se originaron en el cálculo cumpliendo con los elementos de entrada, permitiendo optimizar la propuesta ya que puede tener incidencia en la economía y en la etapa de ejecución. Estos resultados a tomar se guardan en el expediente de servicio.

De no cumplirse algunos de los aspectos anteriormente citados se procederá a la corrección entrando entonces en la optimización.

Diseño del sistema de impermeabilización.

Según la Documentación Técnica Normalizativa (DTN) vigente, es decir de las Normas Cubanas y las Regulaciones de la Construcción, se realiza una búsqueda para dar cumplimiento a los requisitos establecidos del alcance y contenido para los proyectos de impermeabilización para proceder a la aplicación del sistema de impermeabilización adecuado y posteriormente a la representación.

Control técnico por especialidad (CTE2).

Se ejecuta por el especialista principal para verificar lo orientado en el CTE1.

Durante las etapas de las definiciones del diseño, así como por decisiones del Cliente, puede surgir la necesidad de hacer cambios y modificaciones en el diseño, de no cumplirse lo establecido se realiza una corrección con el objetivo de volver a analizar las fases que presentan dificultad o adecuaciones.

Representación.

La representación contempla la parte gráfica y escrita de todos los documentos que están implícitos en el proceso, los cuales son:

Planos: Se tienen en cuenta la planta, las secciones, los cortes y los detalles.

Memoria descriptiva: Documentación escrita de todo lo que se va ejecutar y cómo se va a ejecutar.

Listados: Los listados llevan consigo la lista de planos y de materiales donde se especifican los diferentes planos del montaje y materiales a emplear por las diferentes actividades.

Índices técnicos económicos:

A partir de los datos recogidos en la explotación se pueden generar una serie de indicadores técnico-económicos de gran utilidad tanto para la gestión de la explotación como para la realización de diagnósticos del sector y el planteamiento de estrategias de mejoras.

Compatibilizaciones: Es donde se ponen de acuerdo todas las especialidades que se van a tener en cuenta en el proceso para no interferir en la trazabilidad del mismo.

Tomando como referencia las especificaciones técnicas de la RC 9006:2001 "Alcance y contenido de la documentación de proyectos en la impermeabilización de cubiertas".

Control técnico de proyecto (CTP3).

Se realiza al final de la ejecución del servicio y antes de pasarlo a la Dirección del Sistema Integrado de Gestión para su verificación e impresión, ejecutándose conjuntamente con el resto de las especialidades. El director de proyecto es el responsable de ejecutarlo.

Conclusiones.

Partiendo del estudio realizado al flujograma existente en la Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas (EMPAI), se evidenció la necesidad de proponer un nuevo flujograma específico para la actividad del diseño, siendo este un proceso clave de éxito, de los sistemas de impermeabilización, contemplando en el mismo todos los aspectos referidos desde la información previa del proyecto hasta la entrega al cliente.

Al analizar los resultados alcanzados en la encuesta realizada de manera general, se demostró que la mayoría de los encuestados tienen conocimiento de la DTN aunque todavía existen dificultades a la hora de emplear soluciones de cubiertas, técnicas de impermeabilización y a las diferentes condicionantes que se tienen en cuenta en el entorno, puesto que los mismos influyen en la vida útil de explotación de las obras. Además se pudo apreciar, partiendo del porcentaje de las personas que se han superado, se demostró que no es suficiente, por lo que se deben seguir impartiendo los cursos de capacitación de carácter obligatorio a los especialistas que realicen la actividad de impermeabilización, puesto que el mismo es de vital importancia para lograr el aprendizaje y actualización necesaria.

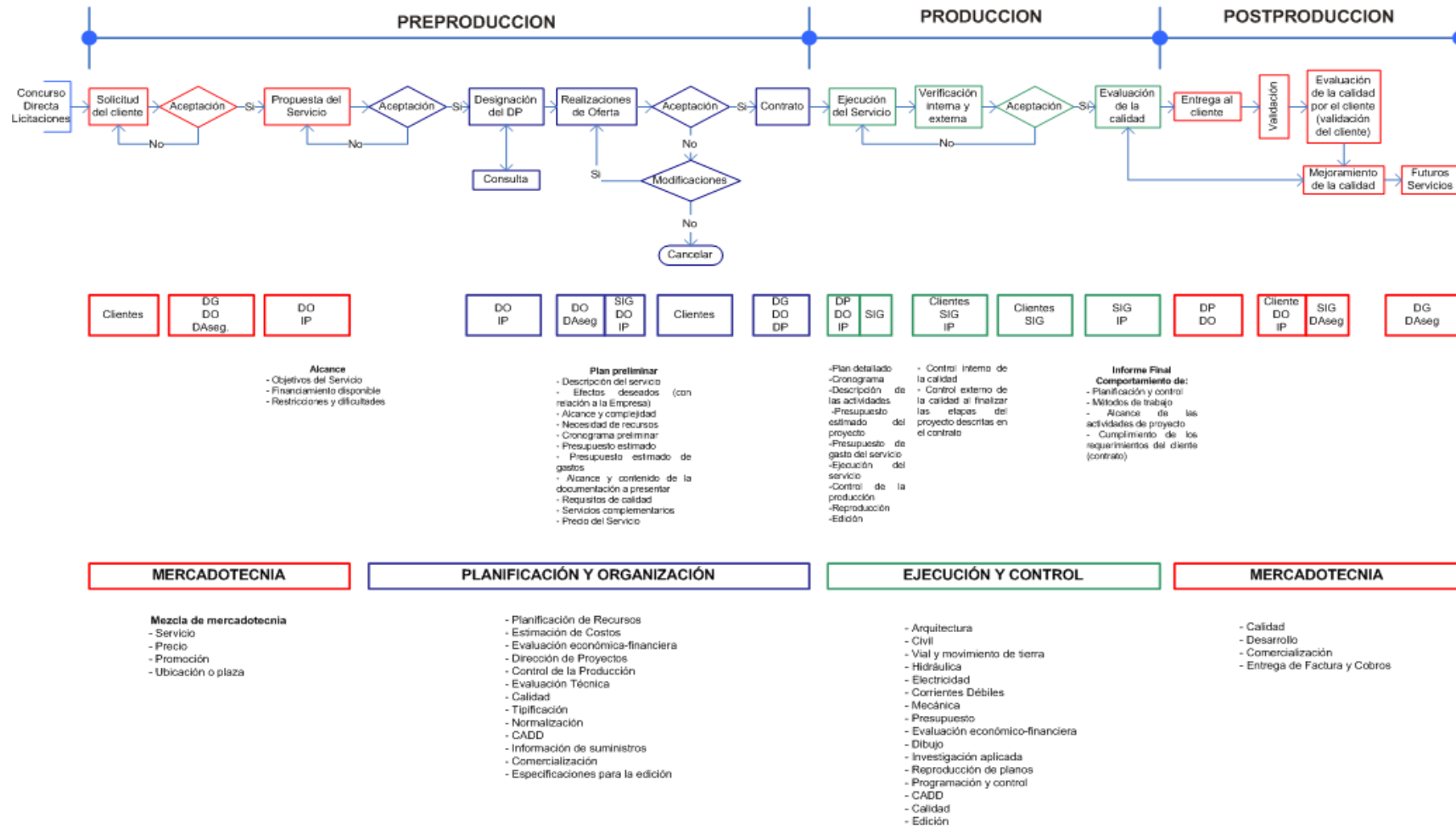
Con este nuevo diseño se logra que la entrada de datos, sean las específicas de la actividad de impermeabilización, así como los controles técnicos, verificación y validación del servicio; esto no implica que se tengan en cuenta también otras de carácter general.

Bibliografía:

- Cruz, J J., 2010. *Sistemas de impermeabilización de edificios*. Matanzas: XI Congreso Latinoamericano de Patología de la Construcción, XIII Congreso de Control de Calidad en la Construcción, 2010.
- Cruz, J J., 2011. *Impermeabilización. Matanzas: Seminario de Impermeabilización de edificaciones*, 2011.
- Comité Técnico de Normalización NC/CTN 7 Impermeabilización, integrado por representantes de diferentes entidades NC 55: 2006 Edificaciones. Sistemas para la impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos y bituminosos modificados. E (Cuba).
- Colectivo de autores. 2007. FCMS 02-02:07. Ficha de Proceso: Diseño. Ed. 01. SIG, EMPAI. 2007.
- Colectivo de autores. 2007. ICMS 02-02-04: 07. Instrucción: metodológica para controles técnicos de proyectos. Ed. 01. SIG, EMPAI. 2007.
- Colectivo de autores. 2007. ICMS 02-02-05: 07. Instrucción: determinación de los índices de calidad. Ed. 01. SIG, EMPAI. 2007.
- Colectivo de autores. 2011. MCMSH-C:11. Manual del SIG. Cap C: Alcance, generalidades y exclusiones. Ed. 02. SIG, EMPAI. 2011.
- Oncins de Frutos, Margarita., 2008. *Encuestas: metodología para su utilización*. España: s.n., 2008.

ANEXO I: Flujo de Producción

Flujo de Producción



ANEXO II: Encuesta sobre impermeabilización.

Estimado(a) profesional:

Necesitamos su cooperación en la realización de la siguiente encuesta, que persigue el objetivo de recoger información sobre el conocimiento para el diseño de los diferentes sistemas de impermeabilización de mayor uso y profusión en el país.

Solicitamos cuidado en las respuestas ya que los resultados son parte esencial para la elaboración de una propuesta de mejora para el control de la calidad en el diseño de los sistemas de impermeabilización.

De antemano agradecemos su colaboración.

Sección A: Antecedentes.

1. Profesión u oficio.
2. Empresa u organismo al que pertenece o en el que labora.
3. Diga los años de experiencia en la actividad de impermeabilización, según corresponda:

Diseño_____ Ejecución_____

Sección B: Encuesta a los profesionales sobre los sistemas de impermeabilización.

1. ¿Conoces la Documentación Técnica Normalizativa (DTN) sobre impermeabilización de edificaciones?

Sí _____ No _____

2. ¿Utilizas la DTN según las soluciones de cubiertas e impermeabilización seleccionadas para el diseño?

Sí _____ No _____

3. Marque con una (X) las soluciones de cubiertas recomendadas en la NC 55-2006.

1. Pesadas:

- Elementos prefabricados: losa spiroll y otras.
- Cubiertas de hormigón armado construidas *in situ*.
- Cubiertas de viguetas y bovedillas de hormigón.
- Cubiertas de hormigón armado aligeradas con bloques de hormigón ligero.
- Cubiertas de hormigón armado aligeradas casetonadas.

2. Ligeras:

- Cubiertas con tejas acanaladas de asbesto-cemento.
- Cubiertas con canalón.
- Cubiertas con tejas criollas.
- Cubiertas con tejas francesas.
- Cubiertas con guano.
- Cubiertas con elementos de policarbonato y metacrilato, ambos transparentes o de celdillas.
- Cubiertas con tejas acanaladas translúcidas de PVC reforzado con fibra de vidrio.

4. Marque con una (X) las técnicas de impermeabilización existente en el país y que conozcas.

- Sistema de enrajonado y soldaduras.
- Sistema con lamisfal y lamisfal ALU.
- Sistema con fieltro saturado, inorgánico y colocado con asfalto catalítico.
- Sistema con manta asfáltica autoprottegida.
- Sistema con tejas criollas.
- Sistema con tejas francesas.

5. ¿Tienes en cuenta en las áreas húmedas y soterradas las soluciones de impermeabilización recomendadas en la DTN?

Sí _____ No _____

6. ¿Contemplas en las soluciones de diseño la Agresividad del Medio?

Sí _____ No _____ A veces _____

7. Marque con una (X) de acuerdo a las condicionantes que se plantean.

- Ubicación de la Obra.
- Velocidad y Dirección de los vientos.
- Temperaturas

Humedad Relativa.

Ocurrencia de huracanes.

8. ¿Te has superado mediante Cursos de Postgrado sobre esta temática?

Sí _____ No _____ ¿Cuáles?

Muchas Gracias.

